

論文99-36C-2-3

특별 셀 영역을 이용한 OAM 기능의 성능 향상 및 ASIC 설계

(Performance Improvement and ASIC Design of OAM Function Using Special Cell Field)

——— 朴亨根*, 金煥溶* ———

(Hyoung-Keun Park and Hwan-Yong Kim)

요 약

본 논문에서는 ATM을 기반으로 구축된 망에서 다양한 서비스 품질(QoS : quality of service)을 가진 데이터를 셀 손실이나 셀 지연의 관점에서 적절한 처리를 수행함으로써 망 자원을 최대한 활용하고 보다 신뢰성 있는 서비스를 제공하기 위하여 OAM 성능관리 기능의 개선 방안을 제안하였다. 또한, 수시로 변화하는 망의 성능정보를 주기적으로 검출함으로써 융통성과 정밀한 제어가 요구되는 망사이의 연관제어 및 운용, 관리기술을 향상시킬 수 있도록 OAM 셀에 특별 셀 영역을 정의하였다. 제안된 OAM 기능과 셀의 입·출력 기능, 메모리나 CPU 같은 주변 소자와의 인터페이스 기능 등을 ASIC으로 설계하였다. 설계된 Chip은 Cadence의 Verilog-XL 시뮬레이터를 이용하여 Back-end 시뮬레이션을 수행한 결과 2 μ s내에 정확한 제어를 수행하였다.

Abstract

In this paper, the novel scheme of OAM performance management function is proposed to supply the most of network resources and reliable services by processing data having various QoS(quality of service) in the view of cell loss and cell delay of ATM networks. Also, the special fields of OAM cell are defined in order to improve correlate control, operation, and management technique between networks which is required to flexibility and precision control as detecting the performance information of the variable networks periodically. The proposed OAM function, the input/output function of cell, and the interface function of the accessory device which is likely to the memory/CPU are designed to ASIC. The designed chip is carried out the back-end simulation using Verilog-XL simulator of Cadence. In result, it is able to performs an accurate control in 2 μ s.

I. 서 론

광대역 통신을 실현하는 기술의 발전과 이용자의 수요변화에 따른 서비스들을 통합적으로 제공하기 위하여 고속의 신호처리가 요구되는 B-ISDN(Broadband Intergrated Services Digital Network)이 필요하

게 되었다. 특히, B-ISDN은 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 교환시스템을 기반으로 구현하는 것이 경제성, 효율성, 운용성 측면에서 우수하다는 것이 입증되고 있다.^{[1] [2]}

ATM은 모든 형태의 데이터를 셀화하여 고속으로 전송하기 때문에 실시간성이 요구되는 멀티미디어 서비스에 대해서는 보다 융통성이 있으면서 정밀한 제어가 요구되므로 다양한 QoS를 가진 데이터를 셀 손실이나 셀 지연의 관점에서 적절한 처리를 수행하는 것

* 正會員, 圓光大學校 電子工學科

(Dept. of Electronic Eng. Wonkwang University)

接受日字:1998年10月19日, 수정완료일:1999年1月11日

이 중요하다. 또한, 최근에는 ATM을 기반으로 구축된 망의 성능관리(Performance Management)를 수행하는 OAM(Operation And Maintenance) 기능을 이용하여 다양한 발생형태를 갖는 트래픽을 효율적으로 제어하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으나 대부분의 제안된 기법들은 관리성능을 향상시키기 위해 망의 성능 정보와 관리 파라미터들을 데이터 베이스화하여 소프트웨어적으로 처리하거나 새로운 ATM 셀을 정의한 후 이를 이용하여 셀의 계수나 정확한 셀 지연을 측정하기 위한 방법론만을 제시하고 있다.^{[3] [4] [5]} 또한 현재 상용화된 Transwitch사의 SARA, TI사의 TDC 1560, LSI LOGIC사의 ATMizer와 같은 ATM 계층용 제품들은 OAM 처리기능을 소프트웨어로 구현함으로써 고속의 셀 전송이 필요한 ATM 망에서 트래픽의 실시간 처리를 보증하기가 어려울 뿐만 아니라 다수의 트래픽들이 망내에서 혼잡을 일으킬 경우 이를 제어하지 못하는 근본적인 단점을 가지고 있다.

따라서 본 논문에서는 이러한 단점을 극복하기 위하여 ITU-T 권고 I.610에 근거하여^{[6] [7]} OAM 알고리즘을 분석한 후 권고에서 제외된 기능을 보완하고 고장이나 셀 지연 변동과 같은 수시로 변화하는 망의 성능에 대한 정보를 정확하고 효율적으로 관리하기 위한 다양한 셀 영역과 트래픽 제어의 응용이 가능하도록 트래픽 요구조건을 6가지의 서비스 클래스로 분류한 후 이를 위한 셀 영역을 OAM 셀에 정의하였다. 또한, 제안된 OAM 성능관리 기능과 소자와 셀간의 입·출력 기능 및 메모리나 CPU와 같은 주변 소자와의 인터페이스 기능에 대해 Verilog-HDL을 이용하여 계층적으로 설계한 후 Synopsys 툴을 이용하여 회로를 합성하였다. 설계된 OAM 시스템은 Cadence의 Verilog-XL 시뮬레이터를 이용하여 모의실험을 수행하였고 0.65 μ m SOG 환경하에서 ASIC 설계하였다.

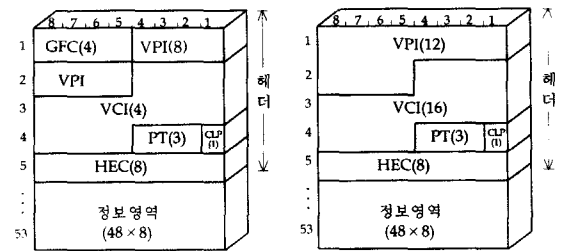
II. ATM 망의 OAM

B-ISDN은 기존의 음성서비스에서부터 HDTV, VOD(Video On Demand)등과 같은 상당히 큰 대역폭이 요구되는 동영상 관련 서비스까지 수용가능하며 다양한 통신형태를 지원하는 차세대 통신망이다. B-ISDN의 가장 근간이 되는 ATM은 다양한 정보를

효율적으로 통합, 수용이 가능하며 통신망의 통합 및 광대역화를 이룰 수 있고, 기존 교환 방식이 갖는 서비스 수용의 제한성을 극복할 수 있는 기술이다.^[8]

1. ATM 셀 및 OAM 기능의 계층화

ATM에서는 음성·영상·데이터 통신 미디어에 의하지 않고, 모든 정보를 셀(Cell)이라 불리는 고정길이 블록으로 세분화하여 교환·접속하며, 그림 1은 5 바이트의 헤더부와 48 바이트의 정보 영역(Payload)으로 구성된 53 바이트의 크기의 ATM 셀이다.



(a) Structure of cell in UNI (b) Structure of cell in NNI

그림 1. ATM 셀의 구조

Fig. 1. Structure of ATM cell.

셀의 헤더부분은 가상경로와 가상채널을 식별하는 VPI(Virtual Path Identifier), VCI(Virtual Channel Identifier)와 망내에 폭주가 발생하였을 경우 우선 순위가 높은 셀을 폐기하여 상대적으로 우선 순위가 낮은 셀에 대하여 망이 최저 용량을 보증하기 위한 셀 손실 우선표시(Cell Loss Priority), 그리고 정보 영역에 포함되는 내용이 사용자 정보인지 혹은 제어 정보인지 등의 식별을 위하여 사용하는 유료 부하 형태(Payload Type), 헤더 부분의 오류 검출과 셀 동기에 이용되는 헤더오류 제어(Header Error Control), 그리고 각 단말에서 송출된 셀이 인터페이스상에서 충돌하는 것을 방지하기 위하여 사용하는 일반흐름 제어(Generic Flow Control)로 구성되어 있다. 그림에서와 같이 ATM 셀의 구조는 UNI(User Network Interface)와 NNI(Network Node Interface)가 서로 다르며, NNI에서는 VPI가 UNI 보다 4 비트 많은 12 비트가 할당되어 있다. 이것은 망내에서 가상 경로를 유연하게 운용하기 위해서는 UNI 보다 NNI에 다량의 가상경로가 필요하기 때문이다.

ATM의 OAM 기능은 계층화된 프로토콜 기준 모형(PRM : Protocol Reference Model)에서 관리평면(Management Plane)의 계층관리 기능(Layer

Management Function)으로 정의된다. 그리고 사용자 평면(User Plane)과 제어평면(Control Plane)이 원활하게 기능하도록 계층별 구조에 따라서 그림 2와 같이 F1에서 F5 흐름으로 OAM 레벨을 구분하여 운영 및 유지 보수 기능을 수행한다. 또한, ATM 방식은 체계적이고 융통성있는 정보 전달을 위해서 OAM 기능은 ATM 및 물리계층에 관련된 OAM 계층화 레벨에서 F1, F2, F3, F4, F5 흐름으로 정의된다. 또한, 존재하지 않는 레벨이 있는 경우 그 레벨의 OAM 기능은 인접한 상위레벨에 의하여 실질적으로 실현된다.

이러한 OAM 기능을 섹션이나 경로 등의 전달 엔티티가 제공되는 기능단위로 계층화함으로써 전달 엔티티간의 인터페이스나 각 전달 엔티티를 유지·보수하기 위한 OAM 기능을 명확화하기가 용이해지며 동시에 각 전달 엔티티의 독립적인 발전이 가능하다. 그림 2에서 종단점-종단점간에서 제공되는 기능과 세그먼트간에 제공되는 기능은 다르다.

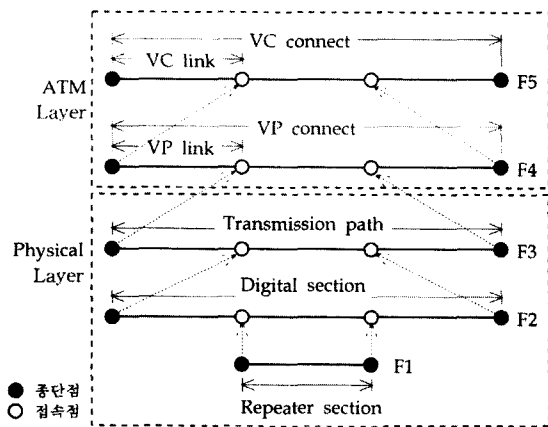


그림 2. OAM 레벨의 물리 계층과 ATM 계층과의 관계
Fig. 2. Relations between physical layer and ATM layer.

ATM 계층에서 가상채널 레벨(F5)은 가상회선연결의 종단기능을 실현하는 NE, 교환기, 전송장치 사이에 정의되며, 하나 또는 복수의 가상경로에 걸쳐서 나타난다.

가상경로 레벨(F4)은 가상경로 연결의 종단기능을 실현하는 NE 사이에 정의되어, 하나 또는 복수의 트랜스미션경로에 걸쳐서 나타난다. 이들 가상채널, 가상경로 연결에서는 셀 헤더를 생성·분리하고 각각의 식별자 VPI와 VCI에 의한 전송을 한다. VPI 또는

VCI 값은 링크마다 주어지므로 접속점에서는 그 값의 교환이 이루어지며 하나의 VPC(VC Connect)에는 복수의 VCC(VC Connect)가 수용된다.

물리계층에서 트랜스미션 경로레벨(F3)은 셀 동기화 헤더오류제어(HEC : Header Error Control) 및 빈셀(idle cell)을 이용한 셀 속도조정 등이 이루어지고 ATM 계층에 대하여 ATM 셀을 전송하기 위한 정보전달자(payload)를 조립·분해하는 기능을 제공한다. 디지털 섹션레벨(F2)은 전송방식에 의존한 전송프레임이 중단되는 망 요소 사이에 정의되고 연속하는 비트 흐름 또는 바이트 흐름을 조립·분해하는 기능을 제공한다. 중계기 섹션레벨(F1)은 전송매체에 의한 최소 단위의 전송 엔티티이며, 디지털 섹션의 일부분이다.

2. OAM 흐름의 알고리즘과 ATM 계층 OAM 기능 계층화 레벨에서 연결이 제공하는 전송 품질을 관리하고 연결을 유지하기 위해서는 송신측에서 성능감시용 신호와 연속성 점검(Continuity Check) 신호를 삽입하며, 성능감시의 결과는 수신측에서 검출됨과 동시에 필요에 따라서 대항하는 송신측에 통지된다. 어느 쪽의 경우에도 접속점에서는 필요에 의해 각 OAM 흐름의 감시가 가능하고 연결의 양방향 운용·관리를 쉽게 할 수 있으며, OAM 흐름의 기본 알고리즘은 그림 3과 같다.^[9]

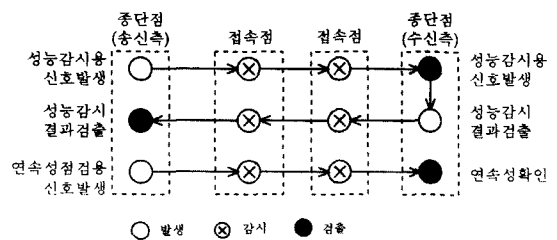


그림 3. OAM 흐름의 기본 알고리즘
Fig. 3. Basic algorithm of OAM flow.

ATM 계층의 F4, F5 OAM 흐름은 VCC와 VPC의 양레벨에 대해 PTI 또는 VPI/VCI 값에 의하여 식별된 ATM 계층 전용의 OAM 셀에 의하여 제공된다.

F4 OAM은 모든 VPC에 대하여 양방향으로 설정되며, F4 흐름의 설정은 VPC 설정시 또는 설정 후에 이루어진다. F4의 OAM 셀은 VPC를 흐르는 사용자 정보 셀과 같은 경로를 경유하므로 사용자 정보 셀과

같은 VPI 값을 가지며 OAM 셀인 것을 식별하기 위한 특정 VCI를 가진다. F4 OAM 흐름은 VPC의 종단점간의 End-to-End F4 흐름만이 아니라 VPC의 하위 네트워크를 구성하는 세그먼트 F4 흐름의 설정 및 식별이 가능하도록 2개의 VCI 값이 필요하다. F5 OAM 흐름의 OAM 셀은 VCC를 흐르는 사용자 정보 셀과 같은 VCI와 VPI 값을 가지며 OAM 셀인 것을 식별하기 위한 특정 PTI를 가진다. F4/F5 레벨에서 OAM 셀의 설정은 표 1과 같다.

표 1. F4/F5 레벨에서 셀 흐름 설정 및 식별
Table 1. Cell flows define and discrimination at F4/F5 level.

식별자	코딩값	셀 흐름 설정 및 식별
VCI	101	세그먼트 OAM F4 흐름 셀
	100	End-to-End OAM F4 흐름 셀
PTI	100	세그먼트 OAM F5 흐름 셀
	101	End-to-End OAM F5 흐름 셀

VPC/VCC에 대한 OAM 성능관리 기능은 그림 4와 같이 복수의 사용자 정보 셀로 된 블록에 성능관리용 OAM 셀을 삽입함으로써 실현된다. 성능관리 OAM 셀의 삽입요구는 N(128, 256, 512, 1204)개의 사용자 정보 셀의 송신마다 발생하고 삽입 요구 후 최초의 빈 셀 구간에 OAM 셀이 삽입된다. 성능감시 기능을 실현하기 위해서는 감시 및 보고의 대상이 되는 셀 블록의 길이 설정과 같은 사전 준비가 필요하다. 또한 OAM 기능의 활성화/비활성화의 제어요구가 있으면, 성능감시(performance monitoring) 구간(range)에 활성화 또는 비활성화를 위한 점검 처리가 이루어진다. 성능감시 기능의 활성화는 연결 확립 시 또는 연결 확립 후에 이루어 질 수 있지만 이러한 활성화/비활성화 기능은 TMN(Telecommunication Management Network) 또는 사용자에 의해 제어되어야 한다.

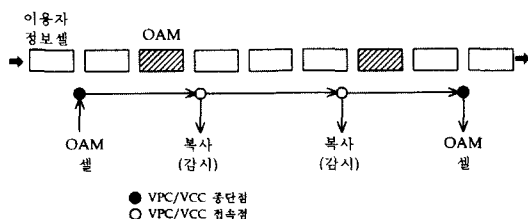


그림 4. ATM 계층 OAM 흐름 알고리즘
Fig. 4. OAM flow algorithm of ATM Layer.

VPC/VCC 연속성 점검 기능은 해당 연결이 수용되어 있는 물리계층의 고장이 검출되지 않은 경우 사용자 정보 셀의 송출이 없는 상태라도 고장을 검출할 수 있는 기능이다. VPC/VCC의 송신측에서 사용자 정보 셀의 송출이 규정된 시간간격 동안 발생하지 않는 경우 연속성 점검용 OAM 셀을 삽입한다.

ATM 계층 OAM 셀의 형태는 다양한 기능을 갖추어야 할 뿐만 아니라 VP/VC의 사용자 셀과 동일한 망에서 라우팅 되어야 한다. 또한 사용자 셀과 OAM 셀, 각종 OAM 셀 종류의 식별이 용이해야 하며, OAM 셀의 정보에 오류가 발생한 경우 이를 검출할 수 있어야 한다.^[10]

ATM 계층 OAM 셀은 그림 5와 같이 모든 OAM 셀 형태에 공통인 영역과 OAM 셀의 형태에 따라 다른 특정 영역으로 이루어 진다. 성능관리용 OAM 셀은 순방향감시, 역방향감시 또는 감시와 보고의 양쪽을 행하는 기능을 식별하며, 활성화/비활성화 OAM 셀은 성능관리용의 활성화/비활성화인지, 연속성 점검용의 활성화/비활성화인지를 식별한다. OAM 형태 및 기능을 식별하기 위한 코딩 값은 표 2와 같다.^[7]

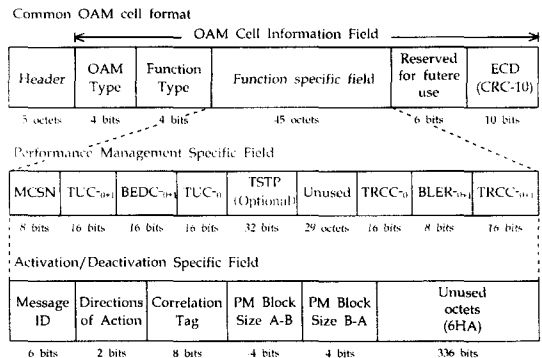


그림 5. ATM 계층의 OAM 셀 포맷
Fig. 5. OAM cell format of ATM layer.

표 2. OAM 형태와 기능형태 지시자
Table 2. OAM type and function type indicators.

OAM 형태	코딩값	기능형태	코딩값
성능관리	0010	순방향 감시	0000
		역방향 보고	0001
		감시와 보고	0010
활성화/비활성화	1000	성능감시	0000
		연속성 점검	0001

III. 제안된 관리성능 향상을 위한 셀 특별 영역

ITU-T에서 정의하고 있는 OAM은 기본적인 관리 기능만이 정의되고 있을 뿐 향상된 관리성능을 발휘할 수 있는 기능들은 선택사항 또는 향후의 연구과제로 남겨 두고 있다.^[6] 따라서 본 논문에서는 전체 망 성능에 큰 영향을 미치는 망의 운용 및 관리기술을 향상 시키기 위하여 새로운 특별 셀 영역을 OAM 셀 포맷의 “Unused” 영역에 정의하고 그 영역들로부터 추출할 수 있는 성능정보를 분석하였다. 또한, 정밀한 제어와 망의 혼잡(Burst) 및 집중(Congestion)을 관리할 수 있는 트래픽 제어 기능으로의 응용이 가능하도록 OAM의 성능관리 공통 셀 특별 영역, 수신측 및 송신측을 위한 셀 특별 영역, 활성화/비활성화 셀 특별 영역으로 분류하여 다양한 기능 영역을 정의하였다.

1. 공통 셀 특별 영역

이 영역에서는 성능관리 기능에 필요한 선택사항들을 정의하며 순방향 성능관리 감시 셀과 역방향 성능관리 보고 셀에 공통적으로 사용된다.

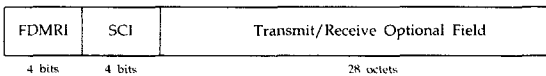


그림 6. OAM 성능관리 셀의 공통 특별 영역
Fig. 6. Common special fields of OAM PM cell.

FDMRI(Flow Direction and Management Range Indication)는 순방향, 역방향 흐름의 수행 및 중단-대-중단, 세그먼트 단위의 관리 범위를 표시한다. SCI(Service Class Indication)는 다양한 QoS를 가지는 멀티미디어 데이터의 전송에 대한 관리 성능을 향상시키기 위하여 활성화된 연결에서 요구되는 서비스의 클래스에 따라 적절한 관리를 수행할 수 있도록 정의된 영역이다. 제공되어야 할 서비스의 클래스로는 여러 가지가 있지만 본 논문에서는 표 3과 같이 가장 일반적인 서비스 요구 조건인 지연 민감성이 있는 서비스(Delay Sensitivity Service), 손실 민감성이 있는 서비스(Loss Sensitivity Service), 지연과 손실 민감성을 동시에 가지는 고급 서비스(Delay and Loss Sensitivity Service) 그리고 요구되는 전송 비트율에 따라 CBR(Constant Bit Rate), VBR(Variable Bit Rate), UBR(Unspecified Bit Rate)

등 총 6가지의 서비스 클래스를 처리할 수 있도록 하였다. 따라서 지연민감성이 있는 서비스의 경우 우회 경로를 통하지 않고 최단의 경로로 스위칭할 수 있도록 정보를 제공함으로써 망 자원을 효율적으로 이용이 가능하다.

표 3. 서비스 클래스별 코딩 값
Table 3. Coding Values of Each Service Class.

Sensitivity	Bit Rate	코딩 값
Delay	CBR	0000
	VBR	0001
	UBR	0010
	Reserved	0011
Loss	CBR	0100
	VBR	0101
	UBR	0110
	Reserved	0111
Delay/Loss	CBR	1000
	VBR	1001
	UBR	1010
	Reserved	1011

2. 수신측을 위한 셀 특별 영역

이 영역은 수신측 중단 노드의 향상된 성능관리를 위하여 정의된 영역으로 특별 영역의 형태는 그림 7과 같다.

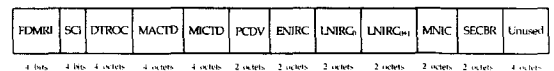


그림 7. 수신측 중단노드를 위한 성능관리 셀의 특별 영역
Fig. 7. Special fields of PM cell for receiving end point.

DTROC(Difference Time of Received OAM Cells)는 OAM 셀 사이의 사용자 정보 셀들이 전송된 시간을 구하기 위한 영역으로, 망 전체의 정확한 동기를 유지하기가 불가능하기 때문에 식(1)과 같이 수신측 중단 노드에서 OAM 셀이 수신된 시간을 저장한 후 나중에 수신된 OAM 셀의 수신 시간과의 차를 계산함으로써 정의된다.

$$DTROC = RCT(x) - RCT(x-1)$$

여기서, $RCT(x)$: 현재 OAM 셀 수신 시간
 $RCT(x-1)$: 이전 OAM 셀 수신 시간

MACTD(MAxiMum Cell Transfer Delay)는 셀을 전송할 때 발생하는 전송지연의 최대 값을 의미한다. 즉, 송신측에서 셀 송신시의 시각을 기존 성능관리 OAM 셀의 TSTP(Time STAmP) 영역에 기입하여 전송하면 수신측에서 TSTP 영역을 참조하여 셀의 도착시간과 송신시각과의 차를 구한 후 MACTD 영역에 기입한다. 나중에 수신되는 셀의 전송지연이 수신측에 저장된 MACTD 보다 클 경우에만 이 데이터를 갱신한다.

$$MACTD(x) = RCT - TSTP, \text{ MACTD}(x) > \text{MACTD}(x-1) \\ = \text{MACTD}(x-1), \text{ Otherwise}$$

여기서, RCT: 해당 셀 수신 시간
TSTP: 해당 셀 TSTP 시간

(2)

MICTD(MIInimum Cell Transfer Delay)는 셀을 전송할 때 발생하는 전송지연의 최소 값을 의미하며, MACTD와 마찬가지로 TSTP와 RCT(Received Cell Time) 영역의 값을 참조하여 결정한다.

$$MICTD(x) = RCT - TSTP, \text{ MICTD}(x) \leq \text{MICTD}(x-1) \\ = \text{MICTD}(x-1), \text{ Otherwise}$$

여기서, RCT: 해당 셀 수신 시간
TSTP: 해당 셀 TSTP 시간

(3)

PCDV(Peak-to-peak Cell Delay Variation)는 최대와 최소 셀 지연 시간과의 차를 구하여 전송선로와 노드의 상태를 파악함으로써 최적의 전송 경로를 선택하기 위한 영역이다.

$$PCDV = \text{MACTD}(x) - \text{MICTD}(x) \quad (4)$$

ENIRC(Error Number Indication of Received Cell)는 오류가 발생된 모든 수신 셀의 개수를 나타낸다. 따라서 수신측은 손실 셀과 오삽입 셀을 계수하여 감지 기능에 사용한다.

$$ENIRC = \text{LNIRC}_{0+1} + \text{MNIC} \quad (5)$$

LNIRC0(Loss Number Indication of Received CLP=0 Cell)는 기존 OAM 성능관리 셀의 송신측 셀 구조에서 TUC0(Total User Cell CLP=0) 영역의 값과 수신측에서 계수한 오류없이 수신된 CLP가 0인 셀의 개수 TRCC0(Total Received Cell Count CLP=0)와의 차이에 의해서 셀 손실 우선 순위가 낮

은 셀의 손실 개수를 표시하여 송신측으로 보고한다.

$$\text{LNIRC}_0 = \text{TUC}_0 - \text{TRCC}_0 \quad (6)$$

LNIRC0+1(Loss Number Indication of Received CLP=0+1 Cell)은 기존 OAM 성능관리 셀의 송신측 셀 구조에서 TUC0+1(Total User Cell CLP=0+1) 영역의 값과 수신측에서 계수한 오류없이 수신된 모든 셀의 개수 TRCC0+1(Total Received Cell Count CLP=0+1)와의 차이에 의해서 손실 셀의 개수를 표시하여 송신측 중단노드로 보고한다.

$$\text{LNIRC}_{0+1} = \text{TUC}_{0+1} - \text{TRCC}_{0+1} \quad (7)$$

MNIC(Misinsertion Number Indication of Cell)는 손실 셀의 개수를 검출하는 것과 마찬가지로 송신측에서 전송한 TUC0+1 값과 수신측에서 계수한 오류없이 수신된 셀의 개수 TRCC0+1와의 차이가 음의 값을 나타낼 때 그 절대값이 오삽입된 셀의 개수를 나타낸다.

$$\text{MNIC} = | \text{TUC}_{0+1} - \text{TRCC}_{0+1} |, (\text{TUC}_{0+1} - \text{TRCC}_{0+1}) < 0 \\ = 0, \text{ Otherwise}$$

(8)

SECBR(Severely Errored Cell Block Ratio)은 전송된 셀 블록에서 허용 기준이 되는 셀 오류 개수를 초과하여 심각한 전송능력 저하를 나타낼 때 해당 전송 경로를 폐쇄하거나 고장을 복구할 수 있도록 정의된 영역이다.

3. 송신측을 위한 셀 특별 영역

이 영역은 송신측 중단 노드의 향상된 성능관리를 위하여 정의된 영역으로 특별 영역의 형태를 그림 8과 같다.

FDMRI	SCI	ARCSC	MARCS	LRIC ₀	LRIC ₀₊₁	TCMR	TECR	SCPR	Unused
4 bits	4 bits	4 octets	4 octets	2 octets	2 octets	2 octets	2 octets	2 octets	10 octets

그림 8. 송신측 중단노드를 위한 성능관리 셀의 특별 영역

Fig. 8. Special fields of PM cell for transmitting end point.

ARCSC(Average Rate of Capacity Satisfied Cell)는 CAC(Connection Admission Control)로 결정된 등가 용량을 만족하는 사용자 셀에 대해 수신측

에서 수신 대역폭을 검출하기 위하여 정의된 영역으로 수신된 사용자 셀에 대한 평균 셀율을 나타낸다.

$$ARCSC = \frac{TRCC_{0+1}}{DTROC} \quad (9)$$

MARCSC(Maximum Average Rate of Capacity Satisfied Cell)는 최대의 등가 용량을 만족하면서 수신된 사용자 정보 셀들이 여러 가지 전송로 상의 원인에 의하여 수신측에서 전송한 등가 용량에 초과되는지를 감지하기 위하여 정의된 영역이다. 송신측에서는 저장되어 있는 현재의 평균을 MARCSC 값 보다 ARCSC 영역의 값이 클 경우에만 이 데이터를 갱신한다.

$$\begin{aligned} MARCSC(x) &= ARCSC(x) \quad , \quad MARCSC(x-1) \leq ARCSC(x) \\ &= MARCSC(x-1) \quad , \quad Otherwise \end{aligned} \quad (10)$$

LRIC0(Loss Ratio Indication of CLP=0 Cell)는 전송된 셀의 CLP가 "0"인 셀의 개수와 수신측에서 감지하여 보고한 CLP가 "0"인 셀의 손실된 개수와의 비를 표시한다.

$$LRIC_0 = \frac{LNRC_0}{TUC_0} \quad (11)$$

LRIC0+1(Loss Ratio Indication of CLP=0+1 Cell)은 전송된 모든 셀의 수와 수신측에서 감지하여 보고한 손실된 셀과의 비를 표시한다. 즉, 수신측 종단 노드까지 도착하는 과정에서 발생한 총 셀 손실율을 나타낸다.

$$LRIC_{0+1} = \frac{LNIRC_{0+1}}{TUC_{0+1}} \quad (12)$$

TCMR(Total Cell Misinsertion Ratio)은 전송된 셀의 총 수와 수신측까지 전송되는 과정에서 오삽입된 셀의 수(MNIC)와의 비를 나타낸다.

$$TCMR = \frac{MNIC}{TUC_{0+1}} \quad (13)$$

TCER(Total Cell Error Ratio)은 전송된 셀의 총 수와 수신측까지 전송되는 과정에서 오류가 발생한 셀의 수와의 비를 나타낸다. 여기에서 오류 셀의 수는 손실된 셀과 오삽입된 셀의 합과 같다.

$$TCER = \frac{ENIRC + MNIC}{TUC_{0+1}} \quad (14)$$

SCPR(Successive Cell Processing Ratio)은 전송된 셀의 총 수와 오류의 발생이 없이 성공적으로 수신측에 도착된 셀의 비를 나타내는 영역이다.

$$SCPR = 1 - TCER \quad (15)$$

4. 활성화/비활성화 셀 특별 영역

ITU-T에서는 OAM 기능의 관리 범위를 종단-대-종단과 세그먼트 단위로 정의하였지만 본 논문에서는 일단 활성화된 연결에 대해서는 관리상의 필요에 따라 관리 범위를 가변적으로 감시함으로써 성능의 저하를 발생시키는 원인에 대해서 보다 상세한 자료를 제공하여 정밀하고 세세한 제어가 가능하도록 하였다. 본 논문에서 제안된 OAM 활성화/비활성화 셀의 특별 영역은 그림 9와 같다.

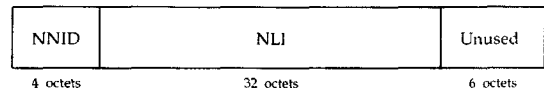


그림 9. OAM 활성화/비활성화 셀의 특별 영역
Fig. 9. Special fields of OAM activation/deactivation cell.

NNID(Node Number Indication)는 F4/F5 흐름에서 관리 범위내에 위치하는 노드의 개수를 표시하며, 각 노드에서 증가시킨 NNID 값은 해당 노드의 순서를 표시하기 때문에 각 노드에서 NNID 값을 임의로 저장하여 세그먼트 범위의 관리시 이용이 가능하며, NLI(Node Location Indication)는 각 노드에 OAM 기능 활성화 셀이 통과할 때 증가된 NNID가 나타내는 값과 일치하는 순서에 해당하는 비트의 부호를 변환함으로써 혼잡이나 집중이 발생한 노드의 위치를 용이하게 검사하여 성능 감시 정보를 검출할 수 있다.

IV. 하드웨어 구현 및 성능 분석

제안된 ATM 망의 향상된 OAM 성능관리 기능을 하드웨어로 구현하기 위해 요구되는 기능을 그림 10과 같이 OAM 셀 처리 및 전송 기능과 관리 기능 블록 그리고 주변소자와의 인터페이스 블록으로 분류하였으며, 관리 기능 블록을 다시 성능 감시 및 보고 기능과 연속성 점검 기능으로 나누어 하드웨어로 구현한 후 ASIC화 설계하였다.

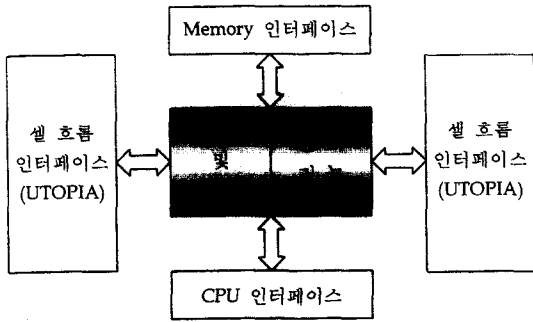


그림 10. OAM 기능 및 인터페이스
Fig. 10. OAM function and Interface.

1. 성능관리 OAM 기능 수행 사양

망 관리자의 요구에 의해 수행되는 성능관리 OAM 기능은 각 연결마다 독립적으로 수행되며 망의 성능을 유지하기 위한 성능 감시 및 보고 기능과 셀의 연속적 흐름을 보증하기 위한 연속성 점검 기능은 ATM-MSS(MAN Switching System) 관리 노드에 의해 송신측과 수신측이 지정된 후 활성화/비활성화 기능을 이용하여 활성화된 연결에 대해서만 수행된다.

그림 11은 OAM 셀 처리 및 전송 기능과 관리 기능을 하드웨어로 구현하기 위한 OAM 기능 블록도이다.

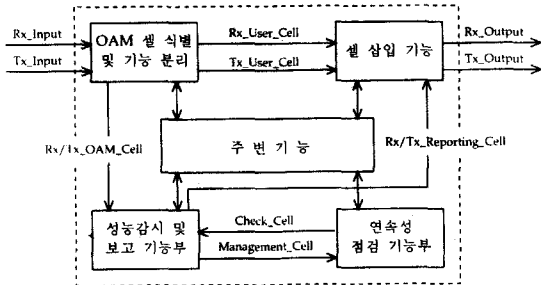


그림 11. OAM 기능 블록도
Fig. 11. OAM function block diagram.

2. OAM 셀 처리 및 전송 기능

OAM 셀 식별 및 기능 분리부는 다중화된 모든 입력 셀의 헤더를 검사하여 I.610의 헤더 포맷에 따른 OAM 셀을 식별해 내는 기능 블록이다. 또한, 성능관리와 연속성 점검 기능을 수행하기 위해 메모리에 저장된 데이터나 레지스터에 셋팅된 값에 따라 사용자 정보 셀을 식별한다. 여기서 OAM 셀로 판명된 셀은 정보 영역의 첫 바이트를 검사하여 OAM 형태와 기능을 결정한다.

셀 삽입 기능부는 OAM 기능을 수행한 결과로 생성된 OAM 셀 및 추출된 OAM 대상 사용자 정보 셀 그리고 사용자가 요구한 연결에 속한 셀을 사용자 셀 흐름에 삽입한다. 셀의 삽입은 메모리에서 OAM 셀 또는 사용자 셀을 읽어 그 흐름에 사용자 셀이 전송되지 않는 빈 셀 구간에 삽입한다. 이 기능의 수행 과정 중 빈 셀 구간이 존재하지 않을 때 발생 가능한 셀 손실을 방지하기 위해 소자에 3 셀 크기의 버퍼를 사용하였고 버퍼 오버 플로우에 의한 셀 손실이 예상될 경우에는 임의의 사용자 셀 흐름에 셀 삽입 기능을 수행한다.

3. 관리 기능

본 논문에서는 OAM 시스템의 활성화/비활성화 기능이 성능 감시 및 보고 기능과 연속성 점검 기능에 상호 연관성을 가지고 동작되어야 하므로 하드웨어 구현시 종속되어 포함되도록 설계하였다.

성능 감시 및 보고 기능은 활성화/비활성화 셀의 활성화 절차에 의해 송신측과 수신측으로 지정되어 수행된다. 성능관리 파라미터 계산은 사용자 셀에 대한 블록 정보를 활용하여 수행하므로 이를 저장할 수 있는 레지스터를 사용하였고 한 블록에 대한 계산이 끝나면 결과치를 메모리에 저장한 후 동일 방향의 셀 삽입 기능 블록에 셀의 전송을 지시한다.

연속성 점검 기능을 위해 송신측에서는 타이머를 이용하여 일정 시간이 경과하면 내부 인터럽트를 발생시켜 셀 삽입 기능부에서 연속성 점검 OAM 셀을 전송한다. 또한, 지정된 시간 이내에 사용자 셀이 수신되면 타이머를 "0"으로 초기화하여 다시 동작시킨다. 수신측은 송신측과 동일하게 해당 연결의 사용자 셀이나 연속성 점검 OAM 셀이 지정된 시간 이내에 수신되면 수신측의 타이머를 "0"으로 초기화하고 일정 시간이 경과할 경우 연속성 장애의 발생을 보고하는 OAM 셀을 전송한다.

4. 인터페이스 기능

셀 흐름 인터페이스 기능부는 다른 소자와의 셀 입출력이 가능하도록 UTOPIA(Universal Test & Operations PHY Interface for ATM) 인터페이스 규칙에 따라 셀의 입력과 출력을 수행한다. 사용자 셀은 Tx, Rx당 2 포트씩 4 개의 포트를 통하여 송·수신되며 각 포트는 최소 155.52 Mbps의 전송 속도를 지원하고 각 포트에 FIFO를 두어 소자 외부의 동작

과 독립적인 운용이 이루어지도록 하였다. 또한, 각 입·출력포트에는 포트의 상태 레지스터를 두어 FIFO 및 포트의 상태 변화에 따라 트래픽 제어를 수행한다.

메모리 인터페이스 기능부는 OAM 기능을 수행하기 위해 필요한 데이터와 연결에 관한 정보를 저장하고 있는 메모리를 액세스하기 위한 기능부로 32 비트의 데이터 폭과 어드레싱이 가능해야 하며, CPU와 기능 소자들의 메모리 액세스 요구가 동시에 발생하였을 경우 어로 인한 충돌을 방지하는 제어 신호를 생성한다.

CPU 인터페이스 기능부는 OAM 기능이 CPU의 제어에 의하여 수행되어야 하므로 외부 CPU와의 인터페이스가 가능하도록 하였으며, 어드레스를 사용하여 내부 레지스터를 액세스함으로써 필요한 기능을 수행하고 소자의 상태를 검사한다.

5. 개선된 관리성을 갖는 OAM 기능 ASIC 설계

본 논문에서는 망 자원을 최대한 활용하고 보다 신뢰성 있는 서비스를 제공하기 위하여 수시로 변화하는 망의 성능에 대한 정보를 주기적으로 검출하여 망 자원을 효율적으로 제어할 수 있는 ATM 망의 OAM 성능관리 기능을 셀 처리 및 전송 기능, 관리 기능, 인터페이스 기능으로 분류하여 하드웨어로 구현한 후 Cadence의 Verilog-XL Simulator를 이용하여 시뮬레이션을 수행한 결과 그림 12와 같이 제어 신호(od_bip)가 enable 된 시점에서 30ns의 주기를 갖는 시스템 클럭(in_clk)의 Negative-edge에서 ABS의 출력 결과가 정확하게 출력됨을 검증하였다. OAM 시스템의 성능관리 동작에서 수신된 신호를 CPU에 전달하기 위해 메모리 사용을 요구하는 신호를 발생하고, 성능관리의 연속성 점검을 수행하는데 필요한 제어 정보를 출력한 후 관리기능이 수행됨을 나타낸다. 또한, 다른 기능소자로의 데이터 전송을 결정하는 선택 신호를 발생시켜 데이터를 전송함으로써 처리를 완료한다.

본 논문에서는 설계된 OAM 기능을 0.65 μ m SOG 환경하에서 그림 13과 같이 Layout을 수행함으로써 ASIC화하였다.

ATM 망에서는 최소 155.52Mbps를 지원해야 하며 이를 위해서는 최소한 1 비트당 6ns, 1 셀당 2.7 μ s의 처리시간이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 33MHz clock frequency를 지원하도록 병렬처리 기법을 이용하여 하드웨어를 계층적으로 설계함으로써

최소 1셀당 처리시간 2.7 μ s를 2 μ s로 0.7 μ s의 처리시간을 단축하여 약 25%의 속도 향상과 멀티미디어와 같은 복잡한 트래픽에 대해 정밀한 제어를 목적으로 제안된 특별 셀 영역 신호를 생성함을 확인하였다. 또한, 설계된 OAM 기능을 레이아웃한 결과 75,840개의 게이트가 사용되었다.

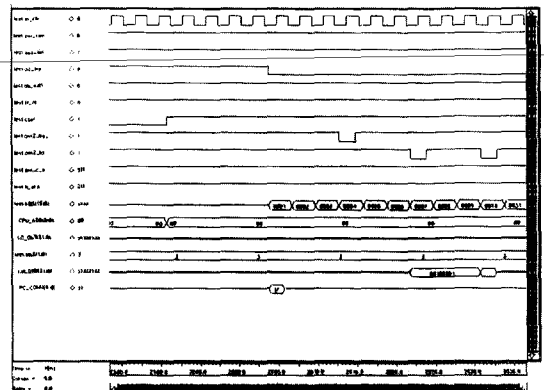


그림 12. OAM 시스템의 시뮬레이션 결과
Fig. 12. Simulation result of OAM system.

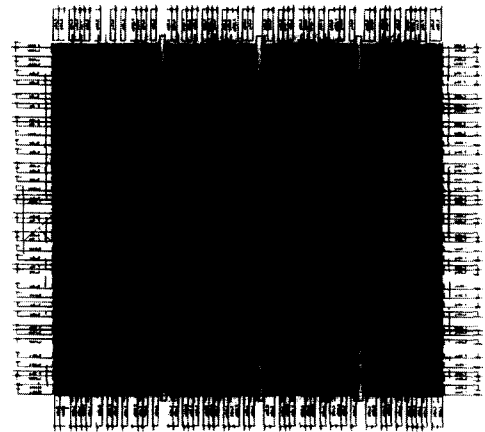


그림 13. OAM 시스템의 레이아웃
Fig. 13. Layout of OAM system.

V. 결 론

본 논문에서는 ATM 망의 OAM 기능을 이용하여 망 자원을 최대한 활용하고 보다 신뢰성있는 서비스를 제공할 수 있는 관리 기능을 제안하고 이를 하드웨어로 구현하였다. 관리성능 향상을 위하여 OAM 알고리즘을 분석한 후 트래픽 제어로의 응용이 가능하도록 일반적인 서비스 요구 조건인 지연 민감성이 있는 서

비스, 손실 민감성이 있는 서비스 지연과 손실 민감성을 동시에 가지는 고급 서비스 그리고 요구되는 전송 비트율에 따라 CBR, VBR, UBR 등 6가지의 서비스 클래스로 분류하여 OAM 셀에 정의함으로써 주변 시스템에서 필요한 파라미터를 참조하여 효율적인 처리가 가능하도록 하였다. 또한, 기존의 OAM 관리 기능뿐만 아니라 본 논문에서 제안된 특별 셀 영역 신호를 처리할 수 있는 기능을 하드웨어로 구현하기 위하여 OAM 셀 처리 및 전송 기능부와 관리 기능부 그리고 인터페이스 기능 블록으로 나누어 설계한 후 Cadence의 Verilog-XL Simulator를 이용하여 동작 특성을 검증하였으며 0.65 μ m SOG 환경하에서 ASIC 설계하였다.

설계된 OAM 시스템의 검증 결과 ATM 망의 유지 및 관리·보수 기능의 수행은 물론 다양한 QoS를 만족시키면서 고속의 셀 전송이 필요한 복합적인 B-ISDN 트래픽의 실시간 제어에 이용가능한 파라미터들을 생성해 냄을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] D. E. McDysan, D. L. Spohn, *ATM theory and application*, McGraw-Hill, pp. 499-550, 1994.
- [2] O. Kyas, *ATM networks*, Thomson, pp. 117-145, 1995.
- [3] Y. H. Choi, K. H. Lee, et al., "Hierarchical performance management of ATM networks using OAM MIB", *IEEE ICC'97*, pp. 453-458, Nov. 1997.
- [4] Thomas M. Chen, Steve S. Liu, et al., "Monitoring and control of ATM networks using special cells", *IEEE Network*, pp. 28-38, Sep./Oct. 1996.
- [5] 이상배, *광대역 통신 시스템의 요소 기술 연구*, 한국과학재단, 1995. 10
- [6] ITU-T Recommendation I.610, *B-ISDN operation and maintenance principle and function*, Geneva, Switzerland, July, 1995.
- [7] ATM Forum Technical Committee, *ATM user-network interface(UNI) specification version 3.1*, USA, Sep. 1994.
- [8] W. J. Goralski, *Introduction to ATM networking*, McGraw-Hill, USA, 1995, pp. 276-361.
- [9] F. Elguibaly, S. Agarwal, "Design and performance analysis of shift register-based ATM switch", *IEEE CCCSP'97*, pp. 70-73, Aug. 1997.
- [10] C. Roppel, "Estimating cell transfer delay in ATM network using in-service monitoring methods", *Proc. of Globecom'95*, vol. 2, pp. 904-908, Nov. 1995.
- [11] Yong-hoon Choi, Kil-hung Lee, et al., "A Method of Gathering End-to-end Management Information", *IEEE NOMS'98*, pp. 849-858, Feb. 1998.
- [12] ATM Forum, "*Traffic Management Specification Version 4.0*" ATM Forum/95-0013R10, Feb. 1996.
- [13] M. Luoma, M. Iivesmaki, "Simplified management of ATM traffic", *Proc. of the Performance and Control of Network Systems*, pp. 428-426, Nov. 1997.
- [14] ITU-T Recommendation, I.371, "*Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN*", Perth, Australia, Nov. 1995.
- [15] S. Forkouh, "Managing ATM-Based Broadband Networks", *IEEE Comm. Mag.*, vol. 31, May 1993.

저 자 소 개



朴亨根(正會員)

1993년 2월 원광대학교 전자공학과
(공학사). 1995년 2월 원광대학교 대
학원 전자공학과(공학석사). 1998년
2월 원광대학교 대학원 전자공학과
박사과정 수료. 주관심분야는 B-
ISDN, ATM, 통신시스템, ASIC

金煥容(正會員) 第36卷 C編 第1號 參照